

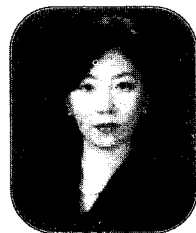


<우수상>

## 적조발생의

## 근본적 원인 제거 대책 연구

-인공습지의 질소·인 제거효율을 중심으로



이화여자대학교 환경학과 박인선

### 전체 목차

- I. 서론
- II. 습지
- III. 인공습지를 이용한 미수처리 연구사례
- IV. 연구 내용 및 방법
- V. 결과 및 고찰
- VI. 결론
- VII. 참고문헌

### I. 서론

#### 1. 연구배경

우리나라는 동해의 동한난류와 쓰시마 난류, 황해의 쿠로시오 난류로부터 형성된 황해난류, 남해의 리만난류에서 이어지는 북한한류로 삼면이 바다로 둘러싸인 반도 지형으로서, 해마다 여름이면 우리 연안어장에 유해 적조(赤潮)가 발생해 막대한 수산피해를 일으키고 있다. 최근의 유해 적조는 출현 빈도가 증가하고 발생 해역이 광역화되는 것이 특징인데, 올해도 역시 지난 8월 14일 처음 발생한 코클로디니움종에 의한 유해 적조가 남해안과 동해안 울진군 죽변연안까지 확대되어 어업 피해를 냈다.

1995년도에는 우리나라에서 2,600만마리의 어류가 집단 폐사되어 764억원의 수산피해를 냈으며 지난해 7월 일본의 구마모토(熊本)현에서도 40억엔(420억원) 가량의 피해를 입었고, 칠레와 캐나다에서도 막대한 피해를 입었다.

어업 피해 외에도 적조를 일으키는 식물성 플랑크톤의 수가 증가하면 콜레라 발병률이 높아진다는 해외 연구결과들을 근거로 적조가 콜레라를 유발할 수 있다는 주장이 관련 전문가에 의해 나오는 등 적조가 우리 사회에 미치는 영향은 실로 커다란 비중을 차지한다.

그러나 효과적이고 확실한 적조 대책이 아직 미비한 상태로 각 지역마다 적조대책이 중구난방인데, 그 중에서 황토를 살포하는 방법이 가장 많이 알려져 있다. 황토는 재료를 쉽게 구할 수 있고 어민들이 쉽게 이용할 수 있다는 것이 장점이나, 이는 어류에 치명적 독성을 분비하는 식물성 플랑크톤의 일종인 코클로디니움 세포에 붙어 세포막을



파괴하고 흡착시켜 해저로 가라앉게 하는 데에만 효과가 있으며, 황토는 코클로디니움은 주로 먼 바다, 혹은 청정해역에서 유입되므로 이에 유의해 뿌려야 한다. 또한, 황토는 적조생물뿐만 아니라 무피성 원생동물에도 살충효과가 있어서 해양 먹이사슬망을 교란시킨다는 단점이 있고 양식장 어류에 주는 피해도 만만찮다. 따라서 만으로 둘러싸인 한반도 근해에서는 황토 외에 다른 신기술이 모색되어야 한다.

황토 외에 전해수 이용법이 있는데, 이는 배 위에 바닷물을 끌어올린 뒤 전기분해 할 때 발생하는 차염소산나트륨(NaOCl)으로 적조생물을 퇴치하는 방법으로 장치가 반연구적이어서 단가가 싸고 적조 밀집에서 살조효과도 크다. 그러나 적용에 앞서 차염소산나트륨이 생태계에 미치는 영향에 대한 검토가 필요하다.

또한 천적 이용법은 미국 메릴랜드대 등에서 연구 중인 것으로 원생동물성 천적을 살포해 적조생물을 잡아먹도록 하는 방법이다. 증식이 빠른 스트롬비디눔시스라는 선모충이 유도미사일처럼 적조생물을 쫓아다니며 먹어치우므로 미리 뿌리면 적조 예방이 가능하다. 그러나 이 방법은 천적 대량배양 장치나 연구소가 필요하며, 천적을 배양할 전문 인력이 있어야 하는 단점이 있다.

그리고 현재 실험 중인 것으로 마이크로파의 전자기파를 쏘아 적조생물의 세포를 파괴하는 방법, 다시마 추출액인 갈긴산을 황토와 섞어 살포하는 방법이 상당한 성과를 거두고 있으나, 이같은 신기술은 모두 정부의 중장기적인 마스터 플랜에 따라 국책연구개발비가 지원되고 검증을 거쳐야 하므로 상용화 여부는 불투명하다. 이렇듯 여러 가지 다른 방법들은 생태계에 미치는 영향과 경제성 등이 검증되지 않아 어민들이 선택할 수 없게 되어 있다.

이제는 해마다 우리 나라에 찾아오는 적조 피해를 줄이고, 적조 현상을 조금이나마 해결하기 위해서는 사후에 처리하는 대응적인 방법보다는 적조 현상의 원인부터 찾아 미리 예방하는 방안을 계획하고 실행해야 한다.(국민일보 9/8)

적조란 조류가 갑작스럽게 대량 증식해 이 조류의 색소에 따라 바닷물이 붉게 보이는 현상을 가리키며, 부패성 유기물질로 바닷물이 부(富)영양화 상태가 되면서 발생한다. 적조를 일으키는 조류는 흔히 몹시 부정적으로만 인식되고 있지만, 사실은 해양 생태계에 없어서는 안되는 기초생산자로서, 육상의 식물처럼 태양에너지를 이용하여 모든 해양생물들에게 에너지를 공급해주는 것이다. 자연계의 조류의 숫자는 햇빛, 온도, 영양물질의 농도, 이것을 먹이로 하는 동물 등에 의해 조절되어 자연적인 균형을 이루고 있다. 간혹 어느 한 환경요인이 넘치거나 부족하게 되면 균형이 깨지며 조류의 대량 증식이 일어나게 된다.

육지에서의 도시하수, 공장폐수의 유입 또는 토양에 무절제하게 뿌린 비료 등이 강우에 의해 해양으로 흘러와 막대한 양의 질소·인과 같은 영양물질이 공급되면 조류는 적절한 온도와 햇빛에 힘입어 급속히 증식하며, 소멸하면서 바닷물의 용존산소(Dissolved Oxygen)를 결핍시켜 어패류가 질식사한다. 만일 이를 먹이로 하는 동물성 플랑크톤이 충분히 있다면 그 수가 조절될 수 있지만, 오염물질 등으로 그 숫자가 충분치 않다면 적조생물은 때를 만난 것처럼 대량 증식하고, 이번 경우처럼 대마 난류를 타고 남해안에서 동해안으로 급속히 퍼지게 되는 것이다.(조선일보 9/1)

이 같은 적조는 먼저 생활 하수 및 육상오염물질이 바다로 유입되어 수질을 부영양화시키고 해저퇴적물의 오염으로 상습적으로 발생하게 되어, 양식 어업을 육성하려는 우리 수산정책에 큰 위협을 주고있다.

또한, 적조 피해를 받은 해역은 생산성이 높고 시·공간적으로 다양하게 이용되는 연안해역이기 때문에 적조는 인간활동을 위축시키는 악재로 작용하고 있다.

우리나라 연안의 적조 원인은 지역마다 다르다. 대부분의 해안은 20km 밖 청정해역에서 적조가 발생해 연안으로 유입된다. 그러나 매년 적조 초기 발생 지역 부근인 경남 마산, 진해 등의 적조는 유해성 적조 생물인 코클로디니움만이 주된 원인이 아니라 정화되지 않은 오염물질도 원인인 것으로 밝혀졌다. 더욱이, 95년에 비해 강수량이 많아 육지의 오염물질 등 영양염류가 바다에 많이 흘러들었고, 해수 온도 역시 95년보다 높았던 올해의 적조는 전남 고흥군 외나로도 염포 수역에서 발생했는데, 이 지역 또한 전북 새만금 해역과 마찬가지로 정화되지 않아 영양염류가 풍부한 오염물질이 하나의 원인으로 작용하였다. 이런 곳에서는 육지에서 조류의 증식요인이 되는 질소나 인, 철이 많





이 함유된 오염물질을 바다에 덜 배출하는 게 최선책이다.

그러나, 적조 주의보 발령 수역인 경남 고성군 마암면 두호리 당항만 인근 고성천에선 오, 폐수가 계속 남해로 흘러나갔으며, 읍을 포함하여 고성군은 6만2천명의 인구가 하루 3만톤의 생활하수를 배출하고 있지만 정화시설이 한 곳도 없다. 또한, 적조로 물고기 수 십만 마리가 폐죽음한 경남 통영시 산양읍 일대도 양식장이 밀집해 있는 바다와 맞닿은 2~3km 길이의 소하천 10여 개에서 오, 폐수를 바다로 흘려보냈다. 이는 연안지역의 하수처리가 부실하여 적조 피해를 키우고 있음을 증명하고 있는 것이다.(중앙일보 8/30)

환경부에 따르면 전국 연안지역의 평균 하수처리율은 43.9%로 내륙지방의 68.4%보다 훨씬 낮은 편인데다 특히 연안지역 중 시가지를 제외한 읍, 면 지역은 하수처리시설이 대부분 없어 실제 하수처리율은 10%에도 못 미치는 실정이다.

거의 매년 적조 경보가 내려지는 전남 여수시의 경우도 하수처리율이 0.5%에 불과한 탁한 생활하수가 하루 10만 여톤이 바다로 흘러들고 있으며, 경남 거제, 고성, 남해, 하동 등 바다를 끼고 있는 4개 시, 군은 하수처리율이 거의 제로다. 가동 중인 하수처리장이 한 곳도 없어 하루 수십만의 생활 오, 폐수가 바다로 흘러들고 있는 것이다. 그리고, 국립수산진흥원에 따르면 국내 연안 60곳 가운데 거제, 진해, 영일만 등 31곳의 화학적 산소요구량(COD)이 1997년보다 오히려 증가, 수질이 악화한 것으로 나타났다.

## 2. 연구 목적 및 필요성

적조 출현 빈도가 잦은 연안의 수질은 2등급에서 3등급 수질로서 부영양화상태이므로, 적조예방의 가장 좋은 방안은 육지에서 흘러가는 생활 오, 폐수를 질소와 인까지 고도 정화 처리하는 하수처리시설을 설치하는 것이다. 미국과 일본에서는 육상오염물질의 해양유입을 차단하거나 현저히 감소시켜 적조발생을 근본적으로 예방한 사례가 있다.

그러나 현재까지 우리나라의 전국에 있는 하수 처리 시설에는 대부분이 2차 처리 공정까지만 실시하고 있는 상황이며, 적조의 주요 원인 물질인 질소나 인의 영양염류를 제거하는 고도 처리 시설은 매우 부족한 실정이다. 따라서, 하천 및 연안지역의 녹조·적조발생을 방지하기 위한 근본 대책은 일반 오염물질 배출업소의 질소와 인 규제 이전에 공공시설인 하수종말처리장에 질소·인 처리시설을 설치하는 것이 필요하다. 우선 상수원 인근의 하수종말처리장부터 우선적으로 질소, 인을 처리할 수 있는 시설을 갖추어나가야 할 것이다.

정부에서도 물 관리 종합대책에 따라 팔당특별대책지역, 낙동강수계 등의 20개 하수처리장에 질소·인 처리시설을 설치할 계획이 있고 앞으로 건설계획인 하수종말처리장에 대해서도 질소·인 등을 처리할 수 있는 고도처리시설을 설치할 계획이 있을 것이지만, 기존의 하수종말처리장에 대해서는 일시에 고도처리시설을 설치하기에는 여러 가지 어려움이 따른다. 따라서, 인위적인 시설보다는 방법자체도 자연 정화 기능을 이용하여 생태적으로도 중요성을 갖는 인공습지를 기존의 종말하수 처리장에 영양염류 제거를 위한 고도처리 시설로서 도입하도록 하는 것이 본 논문의 의의라고 할 수 있다. 인공습지는 저렴한 시설설치비와 관리 유지비의 소모로 경제성을 지니며, 다양한 상황에서도 오염물질 처리능력을 유지할 수 있는 큰 완충능력과 높은 처리 효율성, 또한 소규모 폐수 배출 업소나 수질 관리로부터 방치되어 있는 도시와 멀리 떨어진 시골이나 농촌지역 등의 여러 환경에 적용시킬 수 있는 적용성을 갖는 자연 친화적인 수처리 시설이다.

습지의 중요성은 오랜 동안 간과되어 농업용지 등으로 많이 개발, 간척되어 왔으나 근래에는 습지가 육상으로부터 제공된 영양염류를 흡수하여 제거원으로서의 생태적 중요성이 밝혀짐으로써 간척지와 더불어 자연습지에 대한 관심이 높아지고 있다. 그러므로 호수나 저수지의 부영양화를 억제하기 위한 수단으로서, 또는 생활하수의 초기 단계의 처리를 위한 수단으로서 인공습지의 조성에 관심이 모아지고 있다.



외국의 경우에 자연습지를 모방한 인공습지의 사용은 폐수 처리에 혁신을 일으키고 있다. 특히 유럽에서는 약 20여 년 전까지만 해도 하수처리장의 대규모 및 집중화가 선호되었지만 하수설비를 위한 고비용, 기술적 생태학적 불이익으로 최근 10-15년 동안은 발생지에서의 처리기술(on site technology)이 더 빈번히 수용되었으며, 처리시설에 있어서도 활성슬러지, trickling filter, RBC 등의 conventional system보다는 pond 또는 인공습지의 이용이 증가하고 있는 추세이다.(Haberl et al.,1995)

## II. 습지

### 1. 습지생태계

#### 1) 습지의 정의

자연상태에 있는 습지(wetland)는 우리의 주변에 다양한 형태로 존재한다. 습지는 일반적으로 일년 중 일정기간 이상 동안 얇은 물에 의해 잠겨있어 습지 토양이 물로 포화상태가 되어 있는 곳으로서 소택지(marsh), 늪(swamp), 토탄습원(bog) 등을 포함한다. 습지는 대부분 이렇게 지하수면(water table)이 표면근처이거나 수심이 얇은 곳에 발달되어 육상생태계(terrestrial ecosystem)와 수중생태계(aquatic ecosystem)가 접하는 지점에 위치하게 되어 생태학적으로는 추이대(ecotone)라고 볼 수 있고, 공간적으로는 산간계곡의 웅덩이, 하천변, 농경용 배수로, 하구, 갯벌(mud flat) 등과 같은 수변환경이라고 할 수 있다.(Mitsch and Gosselink, 1986 : 농림부, 1999)

Corwardin 등(1979)이 정의하여 미국에서 일반적으로 받아들여지는 육상계와 수상계의 전이대(transitional zone)로서의 습지는 다음의 세 가지 속성 중에서 한 가지 이상의 속성을 지녀야 한다. (a) 적어도 주기적으로 습지식물(hydrophytic vegetation)이 우점하는 곳이다; (b) 기질은 배수되지 않고, 혐기성 상태를 만들 정도로 충분히 젖어 그 곳에서 자랄 수 있는 식물의 형태를 제한하는 상태인 수화된 토양(hydric soil)이다; (c) 물에 포화되거나 생장기 중 때때로 얇은 물에 잠겨 있는 돌이나 자갈(rock or gravel)과 같은 비토양기질(nonsoil substrate)을 가진 지역이다.(Hammer, 1989)

이보다 더욱 확대된 정의인 랍사협약(Convention on Wetlands of International Importance especially as a Waterfowl Habitat) 제 1조 1항에 의하면 습지는 자연적, 인공적, 영구적, 임시적 또는 정체된 물, 흐르는 물, 담수, 기수, 염수를 불문하고 소택지, 늪, 토탄지 및 수역으로 정의되고, 간조시에 수심이 2ft(6m)가 넘지 않는 해수 지역을 포함하며, 부들, 매자기, 갈대, 사초와 같은 식물이 자라는 것이 전형적이다.

습지는 보통 일시적 혹은 간헐적으로 얇은 물로 덮여있는 저지를 의미하여 물 위로 노출된 식생과 같이 뚜렷한 특색을 지닌 수심이 얇은 호수, 못은 이에 해당하지만, 물이 항상 차 있는 하천, 저수지, 수심이 깊은 호수와 습지 식생의 발달에 영향을 거의 주지 않는 일시적인 수역도 제외된다.(Mitsch et al., 1986)

이처럼 습지는 정의나 범위 측면 등에서 다양한 서식처를 의미하는 여러 가지 뜻으로 분류되고 있으나, 습지의 특성상 완전한 육상생태계도 아니고 동시에 완전한 수생생태계도 아니기 때문에 다양한 생물로 구성되며 많은 생물량을 유지하여 가장 높은 생산성을 보이는 생태계로서 지속적으로 일어나는 역동적 변화로 인해 단일한 정의가 없다.

#### 2) 습지의 분류

습지는 물의 원천, 우점식생, 이탄(peat)의 유무, 범람시기, 분지(basin)유역형태 등에 따라 다양하게 분류되지만, 일반적으로 해안습지, 내륙습지, 인공습지 또는 swamps, marshes 및 bogs로 구분하기도 한다(Dennison and Berry, 1993; Lethier, 1993). 우리나라가 가입한 OECD에서 추천하는 습지 분류는 다음의 Table 1과 같다.



구분	종류
Marine and Coastal Wetlands(해안습지)	open coastals, 산호초, 연안(estuariea), 갯벌(tidal flats), mangrove forests와 coastal lagoons를 포함.
Inland Wetlands (내륙습지)	영구적 및 계절적 하천(river), 내륙 삼각주와 범람원, 영구적 및 계절적 호수와 연못(lakes and ponds), marshes, 담수 swamp forests 및 peatlands(이탄지)를 포함
Artificial Wetlands (인공습지)	저수지, barrages 와 댐, 양식장, 구덩이(excavations and borrow pits), 폐수처리 연못과 관개수로, 천연수로(도랑)와 논을 포함

▲ Table 1. Division of wetland on OECD

또한 습지는 람사협약상 분류에 따르면, 크게 염수(Salt water), 담수(Fresh water), 인공습지(Man-made wetland)의 3가지로 분류된다. 염수 습지는 천해, 조간대, 돌과 자갈로 이루어진 해안 등이 속하는 Marine과 염하구와 삼각주, 조간대의 습지 등이 속하는 Estuarine, 하나 이상의 바다와 연결 통로를 가진 기수 내지 염수의 석호인 Lagoonal, 영구적 및 계절적인 염이나 알칼리성 호수, 늪지 등인 Saline으로 나뉜다. 또한 담수 습지는 강과 하천을 포함하는 Riverine(강)과 8ha 안팎의 담수 호수와 연못인 Lacustrine(호수), 습지와 소택지가 포함되는 Palustrine(습원)으로 나뉜다. 이러한 염수습지와 담수습지를 포함하는 인위적인 간섭이 없는 자연습지(natural wetland)에는 갯벌, 염습지(salt marsh), 자연적인 호안 및 하천변, 늪, 습원 등이 있는데, 이 중 늪(swamp)은 수심이 매우 얇아 정수식물이 수면 전체에 나는 곳이고, 연못(pond)은 깊은 곳의 침수식물(submerged plant)만이 생육하는 곳이며, 호수(lake)는 연안에만 수생식물이 출현하는 곳이다.

우리나라에서 해안의 자연습지인 갯벌과 염습지는 고려시대부터 벼 경작을 위해 간척이 되어서 농경지나 산업용지 등의 육지부와 함께 담수호, 저류지, 용배수로 등이 조성되어 왔다.(최 등, 1998) 일제시대에는 전북 옥구간척지 등 178개 지구에서 총 41,000ha 면적의 해안습지가 간척되었고, 그 이후에도 96년까지 전북 계화도, 경기 남양만 등 1,617지구에서 간척되었다. 이와 같이 인위적으로 만들어진 인공습지에는 논, 저수지, 인공수로, 내륙하천, 강하구 및 해안의 인공호수 등이 있는데, 람사협약의 분류는 Table. 2 와 같다.

Manmade Wetland	Aquaculture/Mariculture (양식/바다양식장)	• 양식장(어류와 새우 양식장 포함)
	Agriculture (관개 농경지)	• 연못(관개용 저수지, 가축용 연못, 소탱크) • 관개되는 토지, 관개수로(논, 수로, 도랑 포함) • 계절적으로 범람하는 경작지
	Sale Expoitation(염전지)	• 염전 및 염농축못
	Urban/Industrial(도시/산업용지)	• 굴척지(채석장,차용지,채광못) • 폐수처리지역(하수이용농장, 침전지, 산화조)
	Water Storage Areas(물저장소)	• 수위가 점진적, 계절적으로 저하되는 관개용수, 생활용수의 물저장소 • 주, 월별로 수위가 규칙적으로 변동하는 수력발전용댐

▲ Table 2. Division of wetland on Ramsar convention ( 환경부, 1996)

### 3) 습지의 역할 및 가치

습지는 생태계를 구성하는 생물에게 다양한 서식처를 제공하고, 산소생산 및 오염물질 여과, 영양염류 순환 등의 수질 정화 기능의 역할에 따른 환경적 가치 외에도 홍수 조절, 지하수양의 조절 및 재공급, 문화적 자산 등의 사회·



경제학적인 가치를 가져 범 세계적으로 그 중요성에 대한 인식이 높아져 인공습지와 관련된 연구가 국내, 외에서 많이 진행되고 있다. 습지의 환경, 사회·경제적 가치를 요약하면 Table. 3 과 같다.

환경적 가치	사회·경제적 가치
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 어류의 산란장, 유생생육장, 서식지</li> <li>• 패류의 서식지</li> <li>• 물새 및 기타 야생동물의 서식지</li> <li>• 수질보전기능               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 오염물질 여과</li> <li>- 토사 제거</li> <li>- 산소 생산</li> <li>- 영양염류 순환</li> <li>- 화학물질 및 영양염류 흡수</li> </ul> </li> <li>• 수중생산력 향상</li> <li>• 미세 기후 조절</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 홍수 조절</li> <li>• 해상 재해 방지</li> <li>• 해안 침식 조절</li> <li>• 지하수 양의 조절 및 재공급</li> <li>• 목재 및 기타 천연자원 공급</li> <li>• 에너지원(탄층)</li> <li>• 가축의 먹이</li> <li>• 어장 및 양식장 제공</li> <li>• 심미적 가치</li> <li>• 교육 및 과학 조사</li> <li>• 문화적 자산 및 고고학적 자산</li> </ul>

▲ Table 3. The function and values of wetland (U.S. EPA, 1992)

인공습지는 자연 상태의 습지에 가까운 구조를 인공적으로 조성하여 습지의 중요한 생태학적인 기능을 수행하도록 하는 것을 말하는데, 이 때 습지의 중요한 역할을 크게 아래의 3가지로 볼 수 있다.

(a) 습지는 생태계를 구성하는 다양한 생물들에게 각각에 맞는 다양한 서식 환경을 제공한다. 즉, 습지는 매우 높은 생물학적 다양성과 풍부한 에너지, 영양물을 갖는 중요한 자원이다. (이도원, 1982)

(b) 습지는 물을 매개체로 하여 중요한 수문학적 기능을 수행한다. 즉, 습지의 토양은 단위부피당 보유할 수 있는 물의 양이 많고 자연적으로 형성된 배수관개로가 치밀하여 우기나 가뭄에 대하여 자연담의 역할을 한다. 또 우기나 홍수시에 과다한 수분이 습지토양속에 저장되었다가 건기에 지속적으로 주위로 공급되며, 동시에 토양은 표면유출수를 효과적으로 흡수함으로써 토양 침식을 방지하기도 한다.

(c) 습지는 막대한 양의 탄소 저장고로서, 탄소의 대기중으로의 유입을 차단하여 지구온난화의 주범인 CO<sub>2</sub>의 양을 적절히 조절해 주며 축적된 탄소는 새로운 가치를 창출한다. 주변으로부터 흘러나오는 각종 오염된 물을 흡수한 습지는 오염물질은 흡수하여 바다에 침적시키고 깨끗한 물을 흘러보낸다.

본 논문에서 특히 관심의 대상이 되는 것이 습지의 가장 중요한 기능인 수질개선 능력이다. 습지는 여러 종류의 수질오염에 대한 경제적인 처리를 제공하며, 점·비점오염원으로부터 많은 오염물질을 효과적으로 제거하거나 전환시키므로써 매우 유용한 자원인 것이다.(Hammer, 1989)

<다음호에 계속>

### 새 가 족

협회 회원 가입을 진심으로 환영합니다. 저희 협회는 여러분을 위하여 최선을 다하겠습니다!

배출 5 종	업 체 명			주 소			업 체 명			주 소		
	대표자	주 소	주 소	대표자	주 소	주 소	대표자	주 소	주 소	대표자	주 소	주 소
	(주)대지	최철	충남 서천군 장항읍 원수리 450-14	금영환경(주)	김영중	대전광역시 유성구 하기동 328						
	서공하이테크	황경식	충남 서산시 대산읍 대죽리 783	(주)키엘	이후근	대전광역시 대덕구 신일동 1880-2						
	(주)이생	전용식	충남 천안시 직산읍 남산리 45-1	기아자동차(주)신탄진사업소	김노영	대전광역시 대덕구 상서동 430-2						
	세화환경	조정식	충남 금산군 복수면 다북리 169-6	양부건설(주)	이상기	대전광역시 서구 변동 409						
	고려후드(주)	인홍기	대전광역시 동구 호소동 136-2	(주)코아텍	양성석	대전광역시 대덕구 신일동 1688-13 4 산일단지						
	세림금속	김유관	대전광역시 대덕구 평촌동 42-1	우주산업	이영근	대전광역시 대덕구 평촌동 83-19						
	(주)서은	정문현	대전광역시 대덕구 문평동 63-1	(주)바이오니아	박인호	대전광역시 대덕구 문평동 49-333공단내						

